

УДК 519.2

## ЭВОЛЮЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ СТЕКЛОЗАВОДА

*А.Н. Киселев, А.И. Добромыслов*

В соответствии с разработанной методикой [1] научно-производственным центром энергосбережения ТГТУ (НПЦЭ) в 1995 г. было осуществлено энергетическое обследование нескольких стекольных заводов Тверской области. По инициативе «Тверьэнерго» Региональной энергетической комиссией (РЭК) Тверской области с июля 1995 г. был утвержден дифференцированный по времени суток тариф для промышленных предприятий Тверской области.

Дифференцированные тарифные ставки отражают фактическую стоимость электроэнергии, потребленной в данной области суточного графика энергосистемы. При таком тарифе потребитель, заинтересованный в снижении издержек своего производства, объективно поставлен в условия, при которых ему выгодно уплотнять график нагрузки энергосистемы.

С 01.09.1995 для промышленных и приравненных к ним потребителей, присоединенных к сетям «Тверьэнерго» и оптового потребителя-перепродавца, при наличии раздельного по времени суток учета тариф на электроэнергию в часы ночного минимума (с 23 до 7 часов) составлял 35 % от утвержденного (дневного) тарифа для данного потребителя. При этом для промышленных потребителей, рассчитывающихся за электроэнергию по двухставочному тарифу, дифференцировалась по времени суток только плата за потребленную электроэнергию (плата за аварийную бронь и договорную мощность не менялась).

По результатам энергоаудита нескольким стеклотарным заводам НПЦЭ предложил провести работы по внедрению «под ключ» системы дифференцированного по зонам суток учета электроэнергии на базе микропроцессорных счетчиков типа Альфа производства АББ-ВЭИ «Метроника». По договору с ТГТУ в 1996 г. на стекольном заводе им. Луначарского была установлена система учета на базе счетчиков Альфа типа А1R-4-0L-C4-T. Модификация счетчика имела функцию хранения профиля нагрузки и интерфейс ИРПС (токовая петля), который позволяет передавать информацию последовательным кодом на расстояние до 1,5 км. На первом этапе после приемки счетчиков в промышленную эксплуатацию предприятие стало расплачиваться за электроэнергию по дифференцированному по времени суток тарифу и быстро окупало затраты по их установке. Структурная схема счетчика Альфа приведена на рис. 1 [2].

В 1997 г. «Энергосбыт» ОАО «Тверьэнерго» дополнил расчеты по раздельному по времени суток тарифу необходимостью организации модемной передачи данных (по коммутируемой телефонной линии) в отдел сбыта Бологовского РРЭС. НПЦЭ была проведена работа по модификации системы дифференцированного учета в автоматизированной системе коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) с использованием ИВК «Метроника» с программным обеспечением (ПО) Альфамет с возможностью доступа к счетчикам Альфа из разных мест (ОГЭ стекольного завода и отдел сбыта Бологовского РРЭС).

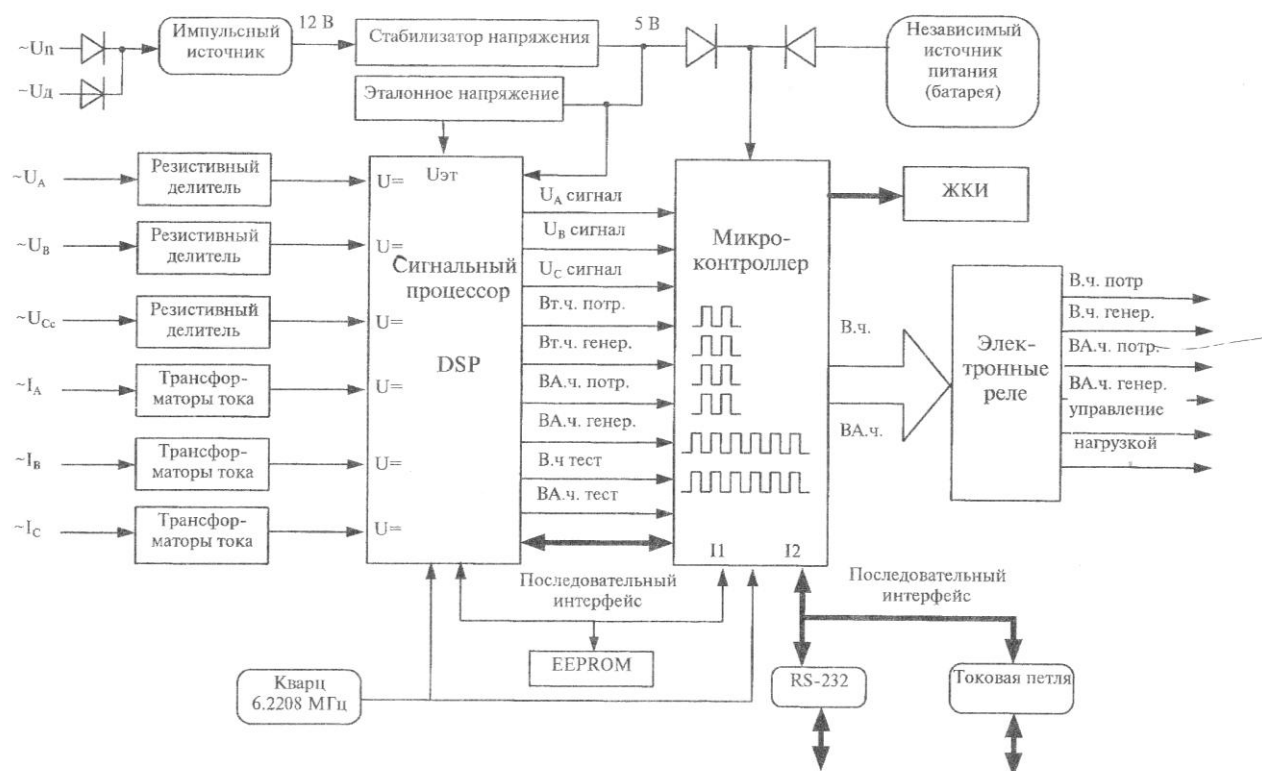


Рис. 1. Структурная схема счетчика Альфа

Для этого система учета была дополнена мультиплексором-расширителем МПР-16, модемом для передачи данных по коммутируемой телефонной линии типа IDC-5614 и ПО Альфамет, позволяющим осуществить сбор информации со счетчиков в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах. Структурная схема системы приведена на рис. 2.

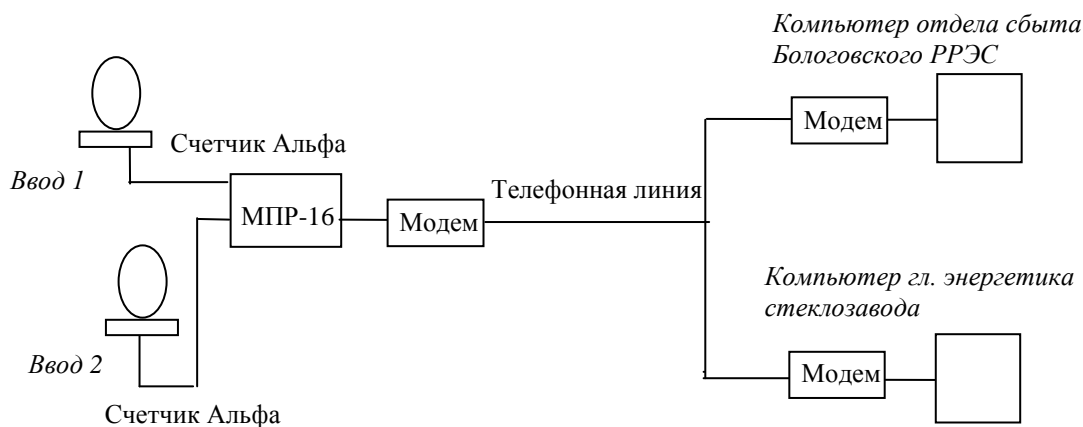


Рис. 2. Структурная схема системы стеклозавода им. Луначарского

Практически таким образом была создана АСКУЭ. Срок окупаемости ее на стеклозаводе составил около 5 месяцев. Экономическую выгоду получили обе стороны: предприятие ежемесячно экономило до 8 % суммы оплаты за электроэнергию, а энергоснабжающая организация («Тверьэнерго») в свою очередь снижала плату за мощность, потребляемую с ФОРЭМ в часы максимума нагрузки энергосистемы, вследствие выравнивания суточного графика нагрузки.

Реализация АСКУЭ на базе ПО Альфамет предполагала использование нескольких типовых схем получения данных [3] (модемная связь по коммутируемой телефонной линии, радиомодем, опрос счетчиков через оптический порт на ноутбук). При этом задача

учета электропотребления в местах, расположенных на значительном расстоянии от Центра учета (предприятия «Энергосбыт»), решалась последовательно по двум уровням:

1-й уровень: данные по оптическому порту (при отсутствии или неисправности каналов связи) или по телефонным каналам связи (в пределах административного района) считывались через модемы на компьютер отдела сбыта РРЭС/ПЭС.

2-й уровень: данные с компьютера РРЭС/ПЭС поступали на верхний уровень (файл-сервер) – предприятие «Энергосбыт», где хранилась информация по всем двухставочным потребителям.

Информация хранится на компьютере в базе данных. Для использования этих данных для пользователей обоих уровней имеется ряд возможностей:

1. Подготовка отчета за расчетный период (месяц) по электропотреблению (в том числе день, ночь отдельно) и фактической мощности в часы максимума нагрузки энергосистемы. Распечатка полученного файла для приложения к счет-фактуре за месяц.

2. Построение графика нагрузки средствами Microsoft Excel всего предприятия и по счетчикам отдельно.

3. Пересылка базы данных счетчиков (из отдела сбыта РРЭС/ПЭС) по имеющимся линиям связи с одного компьютера на другой (файл-сервер предприятия «Энергосбыт»), пользователь которого решает и более крупные задачи, например получает максимумы мощности и электропотребление всех двухставочных потребителей. При передаче расчетов предприятий-двухставочников напрямую в «Энергосбыт» ОАО «Тверьэнерго» остается возможным контроль за крупными предприятиями со стороны отдела сбыта РРЭС/ПЭС.

Преимущества такой архитектуры в том, что данными со счетчиков предприятий владеют и отдел сбыта РРЭС/ПЭС, и «Энергосбыт» ОАО «Тверьэнерго». При этом используются уже имеющиеся каналы связи внутри энергосистемы для передачи базы на следующий уровень и задача опроса счетчиков разделяется на параллельные (между отделами сбыта РРЭС/ПЭС), лишь потом данные «сливаются» в общую базу данных «Энергосбыта» ОАО «Тверьэнерго».

При этом отделы сбыта свои предприятия могли опрашивать чаще для оперативного контроля. Такая архитектура позволяла организовать сбор данных с большой территории.

В 1999 г. стеклозаводом была начата работа по модернизации производства стеклотары, что вызвало необходимость реконструкции системы внутризаводского электроснабжения. В начале 2000 г. НППЭ ТГТУ по техническому заданию стеклозавода был выполнен проект реконструкции закрытого распределительного устройства (ЗРУ-10 кВ) стеклозавода на базе комплектных распределительных устройств с вакуумными выключателями производства фирмы «Таврида Электрик». Проектом была предусмотрена модернизация учета электроэнергии с установкой в ячейках ЗРУ-10 кВ счетчиков электроэнергии ЕвроАльфа или АльфаПлюс с включением их в состав действующей АСКУЭ. Эти счетчики явились дальнейшим развитием технологии, заложенной в счетчиках типа Альфа. Сохраняя в себе все положительные качества предыдущих счетчиков Альфа, счетчики АльфаПлюс и ЕвроАльфа имеют возможность измерять и отображать некоторые параметры качества электроэнергии. К ним относятся коэффициент мощности ( $\cos\varphi$ ) сети и каждой фазы, фазные углы векторов напряжений и токов, значение второй гармоники тока и напряжения, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и тока, отклонение и провал напряжения. Специальное ПО PowerPlus позволяет строить векторные диаграммы для цепей токов и напряжений, диаграммы гармонических составляющих, мощностей гармоник и др.

Счетчик имеет программные и аппаратные средства защиты информации, самодиагностику электронных углов и компонентов, регистрацию отключений питания, журнал регистрации связей со счетчиком. Сочетание в одном счетчике функций коммерческого учета электроэнергии и контроля некоторых параметров качества

электроэнергии позволило решать некоторые задачи, возникшие при эксплуатации нового технологического оборудования на стадиях формирования и отжига стеклоизделий.

Новые стеклоформирующие машины итальянской фирмы Bottero и газовые печи отжига уже были оснащены микропроцессорными системами управления технологическими процессами и частотно-регулируемыми электроприводами (ЧРП). Эти системы крайне чувствительны к провалам и прерываниям напряжения, приводящим к сбоям в работе и остановкам технологического оборудования. Экономический ущерб, возникающий при этом, было невозможно предъявить к энергоснабжающей организации, не имеющей приборов контроля параметров сети и показателей качества электроэнергии на границе балансовой принадлежности. Возможность счетчика ЕвроАльфа осуществлять фиксацию событий в памяти счетчика, включая кратковременные перерывы в электроснабжении и провалы напряжения, предоставила стеклозаводу нормативно-правовую базу для отстаивания совместно с Энергонадзором своих законных интересов в «Энергосбыте»

ОАО «Тверьэнерго» при конфликтных ситуациях.

При установке счетчиков ЕвроАльфа в вводных ячейках ЗРУ-10 кВ была одновременно решена задача определения потерь электроэнергии в силовых трансформаторах СЭС стеклозавода что привело к оплате их по факту вместо расчетного метода, применявшегося ранее.

Новое ПО Альфа-Центр, установленное на компьютерах главного энергетика стеклозавода и отдела сбыта Бологовского РРЭС, позволило решать вышеперечисленные задачи учета и контроля и имеет резервы.

При всех последующих изменениях тарифных меню и требований к контролю мощности система АСКУЭ (теперь АИИС КУЭ) и сейчас успешно выполняет задачи коммерческого учета и имеет возможность расширения своих функций в будущем.

По программе модернизации производства была произведена реконструкция компрессорной с установкой новых финских компрессоров типа VS-250 с частотно-регулируемых асинхронным электроприводом мощностью 250 кВт и двух ES-132 мощностью 132 кВт каждый. При работе этих ЧРП от цехового трансформатора мощностью 1 000 кВА появились проблемы с повышенным нагревом асинхронных двигателей вакуумных насосов, также питающихся от этого трансформатора. Учитывая, что ЧРП является нелинейной нагрузкой, генерирующей в сеть высшие гармоники тока, целесообразно использовать дополнительные возможности АСКУЭ [4] для оценки коэффициента несинусоидальности кривой напряжения  $K_u$  и разработки мероприятий по коррекции коэффициента мощности с учетом влияния высших гармоник.

### **Библиографический список**

1. Соболев, В.Г. Методика обследования энергопотребления предприятий и анализа эффективности использования топлива и энергии / В.Г. Соболев, А.Н. Киселев. Тверь: ТГТУ, 1995.
2. Многофункциональный микропроцессорный счетчик электрической энергии типа Альфа. Руководство по эксплуатации. М.: АББ ВЭИ Метроника, 1996. 105 с.
3. Киселев, А.Н. Опыт внедрения АСКУЭ на базе счетчиков Альфа на промышленных предприятиях Тверской области / А.Н. Киселев, В.Ф. Комиссарчик, С.В. Маринова // Тезисы докладов V Всероссийской конф. «Региональные проблемы энергосбережения и пути их решения» (23–24 ноября 2001 г.). Н. Новгород, 2001. С. 49–53.

4. Киселев, А.Н. Использование АСКУЭ для оценки энергетической эффективности потребителей с нелинейной нагрузкой / А.Н. Киселев // Вестник Тверского государственного технического университета. Тверь: ТвГТУ, 2014. № 1(25). С. 92–94.